

基于传感技术的汽车座椅舒适性控制系统研发

孙立强

长城汽车股份有限公司

DOI:10.32629/pe.v4i3.21090

[摘要] 汽车智能化、民用化的发展使驾乘舒适性成为人们选车、用车的重要考虑条件,汽车座椅作为人体和汽车的直接接触部分,座椅舒适性直接影响着驾乘体验。本文基于传感检测技术开发了一种汽车座椅舒适性控制系统,文章从系统研发依据、主要结构组成、硬件选型、控制逻辑、存在的问题及改进措施等方面进行了详细研究,解决了传统固定模式调节带来的问题,并结合具体运行情况对汽车座椅舒适性控制系统的性能进行优化设计,提高了汽车座椅的适用性和舒适度,为智能汽车座椅控制系统的升级发展提供参考借鉴。

[关键词] 传感技术; 汽车座椅; 舒适性; 智能控制系统; 自适应调节

中图分类号: F407.471 **文献标识码:** A

Development of an Automotive Seat Comfort Control System Based on Sensing Technology

Liqiang Sun

Great Wall Motor Co., Ltd.

[Abstract] The advancement of automotive intelligence and civilian applications has made driving comfort a critical consideration in vehicle selection and usage. As the direct interface between human occupants and the vehicle, seat comfort directly impacts the overall driving experience. This paper develops an automotive seat comfort control system based on sensor detection technology, providing a detailed analysis covering system development rationale, key structural components, hardware selection, control logic, existing challenges, and improvement measures. It addresses limitations associated with traditional fixed adjustment mechanisms and optimizes system performance according to real-world operating conditions, thereby enhancing seat suitability and comfort levels. The study offers valuable insights for the future evolution of intelligent automotive seat control systems.

[Key words] Sensing technology; Automotive seats; Comfort; Intelligent control system; Adaptive adjustment

引言

当前汽车产业已不再局限于代步机械的制造,而是全面实现智能化、舒适化、人性化发展。驾乘舒适性成为评判一款汽车品质的重要因素,整车舒适系统中的座椅舒适性更是尤为重要,在长途行驶过程中若存在与人不匹配的贴合性差、滤振效果差以及不合理的温湿度、位移变化等,会很容易造成驾乘人员的疲劳驾驶、腰背痛等问题,严重影响行车体验和安全。基于上述,文章设计出基于传感技术的汽车座椅舒适性控制系统,从实际出发,采用先进的多传感器信息融合感知技术,建立了闭环的智能控制系统,完成了座椅的舒适性检测参数的自动检测,自动分析并做出调节,有效地解决了传统汽车座椅的舒适性问题,实用又智能。适用于日常驾驶情况,长途行驶状况,复杂地形等行驶状态。

1 汽车座椅舒适性控制系统总体研究方案

随着经济快速发展,人民生活质量不断提高,汽车消费市场成为一大热点,用户对汽车座椅的需求同时不断提高,从基础的乘坐功能升级为对科技感、舒适感、豪华感的多维度追求,期望融合美学设计、创新性功能、多样化场景于一体的复合型座椅系统。迎合市场需求,智能座舱、极致座椅等新名词脱颖而出。然而,现有座椅产品在人体工程学设计、智能调节功能集成、材料质感提升等方面存在不足,并且以主观评价为主,影响要素较多,难以精准匹配差异化需求,在多场景应用时舒适性的表现有所区别。另一方面,如何平衡科技感与舒适性、创新功能与成本控制,也成为行业亟待解决的问题。此次系统设计摒弃以往的单一功能调节方式,结合实际的需求进行“全面感知”、“准确分析”、“动态调整”和“适时适配”四个基本点来设计本系统^[1]。本系统的研发理念就是利用传感器构建感知系统,对座椅在运行过程中各种各样的数据进行全方位采集,将所采集到

的模拟信号转化成数字信号传送给控制核心, 控制器根据其阈值及控制算法给出相应的调节指令给执行机构去调节座椅参数, 并进行实时反馈修正形成闭环控制以保持座椅的舒适状态最佳。

从实用角度出发, 着重解决以下三个方面问题。解决了座椅适应不同人群的问题, 以压力感应对人体的压力进行感知从而自动调整座椅的贴合度。解决了座椅在行驶过程中对路面颠簸的过滤问题, 以振动传感器实时检测路面振动从而调节振动参数达到缓冲作用的效果。解决了环境温度对于乘坐舒适性影响的问题, 以温度传感器监测座椅和环境中的温度变化, 实现通风及加热的自动启停功能。整个系统从硬件到软件充分考虑了其适配性和稳定性, 并且具有简洁、经济等特点有利于后期大规模应用。

2 系统整体架构设计

2.1 感知层设计

感知层是整个系统的关键部分, 主要由不同功能的传感器构成。全面获取调节座椅舒适度所需要的参数, 为智能调节提供数据支持^[2]。根据座椅舒适度调节的需要, 主要选取了压力、振动、温度、姿态传感器, 进行相关数据的获取。

传感器平均分布在座椅的坐垫和靠背内部, 检测人体坐在上面的压力分布情况, 判断人是胖是瘦、坐姿是否正确以及压力分布是否均匀防止产生过大的局部压力导致人体疲劳。振动传感器在座椅底座悬架上采集车辆运行过程中由于颠簸带来的垂直水平振动信号, 并能够捕捉到极细微的振动变化, 为调节减震提供参考。温度传感器分布在座位面与车舱中检测座椅表面温度和环境温度, 判断出该不该打开加热或通风模式等。姿态传感器主要用来测试座椅角度和高度并能将当前的姿态进行反映, 方便调节等。以上四种传感器一起形成一个全方位无死角检测座椅各信息参数感知网络。

2.2 控制层设计

控制层主要承担系统的数据运算和决策处理, 其关键组件是专门设计的车载控制芯片。该部分主要完成感知层传来信息的整理、滤波与分析, 对传感参数进行比较与处理, 并发出执行指令。根据车载使用的特点, 控制系统采用抗干扰能力较强的设计, 适应汽车运行时电压不稳定、电磁干扰、温差变化等多种复杂的工况条件。避免了因误触发或程序死机导致系统失灵现象的发生。

在控制层内置自适应舒适调节逻辑, 取代恒定参数调节方式, 并根据实时获得的传感数据动态调整调节阈值。例如当压力传感器发现驾乘人偏移坐姿导致压力不均时, 控制器可自动检测贴合缺陷并给出微调指令, 当振动传感器感知到颠簸增强, 可以自动增强座椅减震等。另外控制层提供了手动操作接口, 便于进行人工手动调节模式的切换, 在智能化自动调节的同时提供人工干预机会, 实现了智能与实用兼具^[3]。

2.3 执行层设计

执行层主要由调节电机、减振调节器、通风加热器和传动

机构构成, 它是实现系统功能的核心。其功能主要是接受控制层的指令, 完成座椅各项舒适性的调节。调节电机主要实现了座椅高度、前后距离和座椅靠背角微调的实现; 根据不同的路况调整座椅悬架的阻尼以消除地面振动, 是减振调节器的主要功能; 根据温度感知信号, 进行座椅温度的调节是通风加热器的基本功能。为了保证调节过程中的平稳、顺利以及无噪声地进行调节运动是传动机构的主要作用。为使部件尽可能轻质化、适用化, 便于直接适配一般的乘用车结构件上。无需过多改动原车上的硬件配置, 减少了改装的成本与难度。

3 系统核心硬件选型与适配设计

3.1 传感器选择

传感器使用的是柔性薄膜压力传感器。轻、薄, 能够贴合于汽车座椅的海绵内部进行布局, 不改变原有座椅触感, 对人坐姿的压力分布进行采集精度高, 灵敏度适中可以识别到细微的坐姿变化, 且抗压、抗老化能力强, 适用于车载长期应用^[4]。振动传感器采用三轴的微型振动传感器, 可实现全方位获取座椅各方向的振动情况, 反应速度较快, 可以区别路面微小和较大的颠簸状况, 给分级减振调节提供可靠的数据支持。温度传感器选用贴片式数字型温度传感器, 测温精准, 稳定性好, 能够反映温度变化及时, 避免温控调节慢、温度差异大的问题。姿态传感器选用微型倾角传感器, 体积小、测量精度高, 能准确反映座椅的姿态变化, 保证调节的精度。

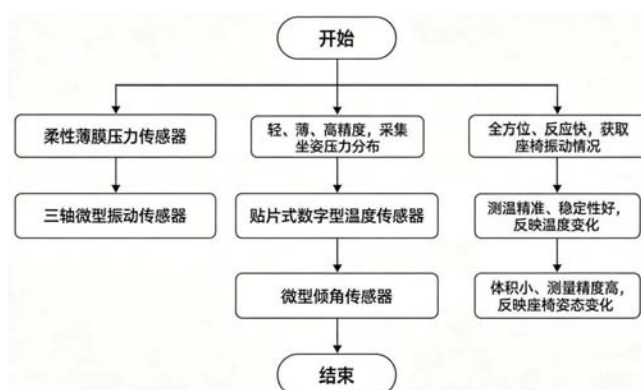


图1 传感器流程

3.2 控制与执行硬件配套

控制器采用专用于车载的低功耗单片机, 它具有强大的信号处理能力和抗电磁干扰能力, 可以同时接收多路传感器的信号, 快速地分析、运算, 并将指令输出的延迟时间缩短到最低, 实现动态的实时调节。而且功耗非常低, 给汽车电路不会造成负担。电机部分采用了静音的步进电机, 它的调节精度很高, 且声音极小。使座椅可以进行小幅度调节, 不会有大幅度调节时带来的不适感。而减振器采用了可调式阻尼结构, 并且可以根据控制的需要进行多种阻尼模式调节, 适用于平整路面和不平整的各种路况。通风加热采用了分段设计的方式, 并且坐垫与靠背分开, 实现分区温控。提高舒适性的精细程度。

4 系统的控制原理和工作流程

4.1 系统初始化和状态检测

车辆上电后控制系统开始自检,所有传感器与控制芯片以及执行部件处于准备状态。系统首先根据压力传感判断是否有人乘坐座椅,作为工作开关量条件,无载人时系统进入低功耗状态,降低汽车耗电量;有乘客时自动进行全方位检测并开始采集各参数:座舱压力分布、初始姿态、温度值、车静止振动等基本数据并构建初始舒适模型。

4.2 实时参数采集与分析

行驶过程中,各个传感器不断采集实时数据并传给控制芯片。对数据信号进行滤波,去除行车电磁干扰,信号杂波,保留有用的数据,并将数据与舒适人体参数阈值对比,确定座椅此时的舒适度是否合格。通过分析压力分布,来判断人体坐姿;通过振动分析来检测减振性能;通过温度检测人体温控效果,找出不适体感的数据。

4.3 动态自适应调节和反馈修正

控制器芯片根据比较值输出相应的调节控制命令,驱动执行装置实现精确的调节。当检测到人体坐姿压力分布不均匀、压强过大的时候,自动进行细微的调节靠背角度和坐垫的高度使座椅贴合更加合理,并分担人体压强;当检测路面震动加剧的时候,自动加大座椅悬架阻尼,消减颠簸振动,减少汽车身体运动对人造成的影响;温度高时启动通风功能,温度低时启动加热功能,保障座椅在合适的温度范围内使用。调节后传感器再次采集数值做反馈检验,没有达到舒适状态则进行微小调节直到达标为止构成闭环调节,保证座椅的舒适稳定性。系统能适用各种体型和体重的驾乘人、各种路况、温差。同时调节过程全部是微调过程,无突变感、不干扰正常驾驶行为;且能够记忆常用调节参数,提高驾驶舒适性及适用性。

5 系统存在的应用缺陷及改进措施

5.1 现有应用问题

一是极限工况下的适应性差。连续颠簸,极高温及低温等极限工作条件使部分传感器检测的准确度略有降低,调节不够灵敏,不便于在极端状况下快速适应座椅舒适性调节要求。二是个性化适配能力弱。系统采用设定的常规性阈值标准,适合大众化需求。但是不能适应个人不同的舒适偏好,如座椅软硬程度不同、过滤振动强度、温度控制差异不能较好地满足。三是长期使用的稳定性不佳。长期间歇性行车振动使某些传感器略微偏移其位置,长期运行后检测准确度会有误差,影响系统的调节准确性。

5.2 针对性优化方案

对于极端工况适配性问题优化传感器防护结构,增加防震、耐热及防潮防护层提高传感器的环境适应性,并优化信号滤波算法,增强在极端工况下提取有效信号的能力,避免因受到干扰信号的影响,在复杂的环境下也能确保检测精度和调节精度。针对个性化适配问题新增用户记忆功能可以记录不同用户平时使用的调节参数并为其匹配相应的个人舒适阈值设置,同时支持用户自定义调节参数,系统将学习到用户的偏好进行千人千面的舒适调节。对于长期运行问题对传感器固定方式进行改进采用了防震锁止式固定避免长期使用产生振动移位情况的发生,此外增加系统自我校准功能每次启动时自动对传感器的精度进行校准补偿因长时间工作产生的误差保证系统的长期稳定性。

6 结论

此次基于传感技术的汽车座椅舒适性控制系统,解决了以往汽车座椅调节方式呆板、适应性差、智能性低的问题。系统通过多个传感器协同工作形成了感知—控制—执行一体化的闭环式智能控制系统,该系统能对运行时汽车座椅的姿态、人受力状况、路面震动状况、温度等信息进行有效采集并利用自适应控制原理对该汽车座椅的参数进行智能化动态调整,成功实现了不同体型、不同状况、不同环境驾驶舒适的问题,提高了汽车座椅的人性化和智能性。本系统具有结构简单,适用性强,经济性好等优点,能够适用于大部分家用乘用车和商用汽车座椅的升级改造,因此具备较为突出的应用价值和推广意义。通过分析系统的不足和需要改进之处为未来智能座椅控制系统开发升级提供了一些思路。在未来可以尝试使用人工智能算法、云计算数据联动的方式提高系统的自主学习能力和场景适应能力,进一步完善汽车座椅舒适性控制系统的精准度、智能化、个性化。

[参考文献]

- [1]王子铭,槐崇飞,张豪.基于RAMSIS的汽车座椅静态舒适性分析[J].车辆与动力技术,2026,48(01):9-12+18.
- [2]王河龙.重卡座椅舒适性设计研究[J].汽车零部件,2026,(03):21-24.
- [3]栗芷馨,林泽峰,尹玮倏,等.大倾角靠背汽车座椅振动传递特性及舒适性研究[J].振动工程学报,2025,38(11):2798-2809.
- [4]高开展,竹利江,张志飞,等.基于主客观测量的汽车座椅振动舒适性评价[J].重庆大学学报,1-10.

作者简介:

孙立强(1991--),男,汉族,内蒙古赤峰市人,工程师,汽车内外饰及座椅。